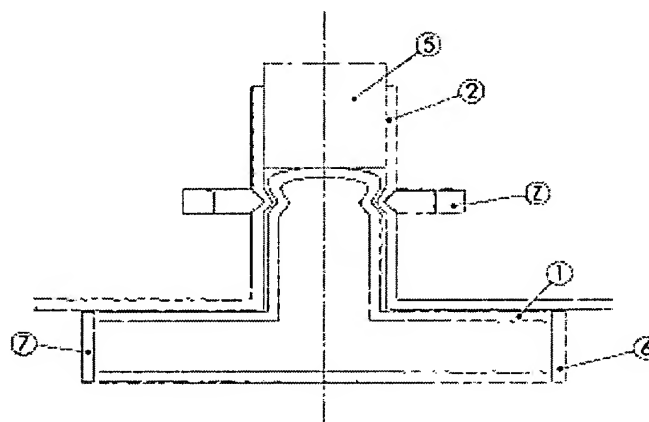


## Hollow component structure producing process using high-pressure deformation involves connecting two angled components by material from one passing into other

**Patent number:** DE10159154  
**Publication date:** 2003-06-18  
**Inventor:** GROCHE PETER [DE]; STEINHEIMER REINER [DE];  
TIBARI KHALED [DE]; HUBER RALF [DE]; DOERR  
JOCHEN [DE]; METZ CHRISTOPH [DE]; SCHOPPER  
FLORIAN [DE]; ARMIN PETER [DE]  
**Applicant:** GROCHE PETER [DE]  
**Classification:**  
**- international:** B21D26/02; B21D39/04; B21D28/28; B23K31/00;  
B23B41/00  
**- european:** B21C37/29C; B21D26/02; B21D39/04C  
**Application number:** DE20011059154 20011201  
**Priority number(s):** DE20011059154 20011201

### Abstract of DE10159154

The structure producing process involved joining the hollow components (1, 2) in an internal high-pressure deformation tool at an angle to each other. The parts are joined at the same time by material from one filling a hollow in the other. This can be supported by the use of axial punches (6, 7). A counter-punch (5) can also be used.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 59 154 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**B 21 D 26/02**  
B 21 D 39/04  
B 21 D 28/28  
B 23 K 31/00  
B 23 B 41/00

21 Aktenzeichen: 101 59 154.3  
22 Anmeldetag: 1. 12. 2001  
43 Offenlegungstag: 18. 6. 2003

**DE 101 59 154 A 1**

71 **Anmelder:**

Groche, Peter, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing.,  
64367 Mühlthal, DE

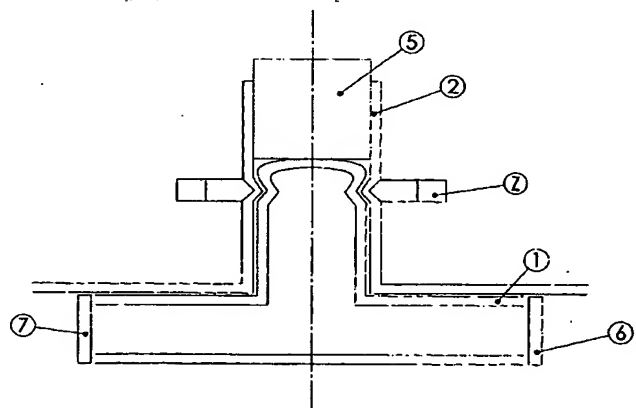
72 **Erfinder:**

Groche, Peter, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 64367  
Mühlthal, DE; Steinheimer, Reiner, Dipl.-Ing., 63128  
Dietzenbach, DE; Tibari, Khaled, Dipl.-Ing., 35066  
Frankenberg, DE; Huber, Ralf, Dipl.-Ing., 64285  
Darmstadt, DE; Dörr, Jochen, Dipl.-Ing., 64347  
Griesheim, DE; Metz, Christoph, Dipl.-Ing., 64646  
Heppenheim, DE; Schopper, Florian, Dipl.-Ing.,  
64287 Darmstadt, DE; Armin, Peter, Dipl.-Ing.,  
63110 Rodgau, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

54 **Verfahren zur Herstellung von hohlförmigen Bauteilstrukturen durch Ausformen und Fügen unter Verwendung des Innenhochdruckumformens (IHU)**

57 Die Erfindung ist ein Verfahren zum Ausformen mittels IHU und zum kraft- und/oder form- und/oder stoffschlüssigen Fügen hohlförmiger Profile mit beliebigen Querschnittsformen. Das Verfahren zeichnet sich durch folgende Schritte aus (Fig. 1 bis Fig. 4b): Einlegen der auszuformenden und miteinander zu fügenden hohlförmigen Bauteilkomponenten in ein IHU Werkzeug 3 in einer winkligen Anordnung zueinander; ausformen des hohlförmigen Bauteils 1 bei gleichzeitigem Fügen dieses Bauteils 1 mit einem anderen (oder mehreren) hohlförmigen Bauteil 2. Zusätzlich kann das Bauteil 1 bersten. Hierauf kann das Bauteil 2 ausgeformt werden.  
Die Verbindung der Bauteile erfolgt in der Fügezone F. Das Fügen kann durch Nachschieben von Material von Bauteil 1 mittels axialer Stempel 6, 7 unterstützt werden. Des weiteren kann auch ein Gegenhaltestempel 5, der im Bauteil 2 positioniert ist, eingesetzt werden. Dieser verhindert einerseits das frühzeitige Bersten des Bauteils 1 und stabilisiert andererseits Bauteil 2 gegen Ausknicken bzw. Faltenbildung. Zusätzlich kann durch axiale Stauchung während der Fügeoperation der Fügeverband stabilisiert werden. Des weiteren können Hinterschnitte durch mechanisch wirkende Werkzelemente und/oder unter Veränderung der Ausgangsgeometrie des Bauteils 2 erzeugt werden.



**DE 101 59 154 A 1**

## Beschreibung

[0001] Bei der Herstellung von Strukturbauteilen aus mehreren zusammengesetzten, mittels Innenhochdruckumformung (IHU) hergestellter Komponenten, bedarf es nach dem eigentlichen IHU-Prozess nachfolgender Fügearbeiten, um die geformten Einzelkomponenten zu einer Gesamtstruktur zu verbinden. Dies erfordert sehr enge Toleranzen der IHU-geformten Bauteilkomponenten, sowie ggf. eine entsprechende Ausformung von Nebenformelementen, einen Transport aus dem IHU-Werkzeug heraus zu einer Fügevorrichtung, sowie das anschließende Verbinden durch beispielsweise Schweißen, Löten oder Kleben.

[0002] Folgende Veröffentlichungen betreffen das Fügen von IHU Bauteilen im IHU Werkzeug: In den Patentschriften DE 198 37 131 C2 und DE 198 37 130 C2 wird ein Verfahren patentiert, indem zu Beginn in einen Hohlkörper im Verbindungsbereich eine Sollbruchstelle angebracht wird. Im nächsten Schritt wird der so bearbeitete Hohlkörper im Verbindungsbereich beider Hohlkörper zu einem Flansch ausgeformt. Nach Überschreiten des Berstdruckes für die Sollbruchstelle entspannt sich das Druckmedium in den zweiten Hohlkörper. Über die Flanschausformung des ersten Hohlkörpers werden beide Hohlkörper im Verbindungsbereich miteinander vereinigt. Die Vereinigung geschieht erfindungsgemäß außerhalb des IHU-Werkzeugs durch Schweißen. In der Patentschrift DE 37 04 092 C1 wird, im Rahmen eines coaxialen Fügens, durch radiales Aufweiten einer Hohlwelle in übergestreifte Konstruktionselemente (Zahnräder, Nocken) eine kraft-/formschlüssige Verbindung erzielt. Die Offenlegungsschrift DE 195 08 632 A1 betrifft das Fügen von Befestigungselementen an ein Bauteil mittels IHU. Hierzu wird mit einem Montagehilfsmittel (Gewindedorn) gearbeitet, auf den das zu befestigende Bauteil (Mutter) angeordnet ist. In der US-amerikanischen Patentschrift 5,720,092 wird ein Verfahren patentiert, mit welchem PKW-Rahmen mittels IHU hergestellt werden. Hierzu werden Fügehilfsbauteile in Form von Muffen zur Verbindung der Hohlkörper eingesetzt. Die zu fügenden Hohlkörper werden mit den Enden in die Fügehilfsbauteile eingeschoben und nachfolgend durch Innenhochdruck umgeformt und gefügt. Anschließend wird die gefügte Struktur aus dem Werkzeug entnommen und die Fügehilfsbauteile werden mit den Rohren verschweißt.

[0003] Die bisher erwähnten Verfahren zielen darauf ab, entweder den Positionieraufwand beim Fügen IHU geformter Bauteilkomponenten zu reduzieren oder mehrere später miteinander zu verbindende Bauteile in einem Verfahrensschritt ausformen. Nachteilig ist allerdings hier, dass die Verbindung außerhalb des Werkzeugs durch Stoffschluss im Anschluss an das IHU-Verfahren erfolgt. Das Fügen durch Einsatz des IHU in einem Werkzeug wird nur vorgenommen, wenn es darum geht ein hohlförmiges Bauteil mit einem Konstruktions- oder Befestigungselement zu verbinden. Vom kraft-/formschlüssigen Fügen zweier hohlförmiger Bauteile, die während oder nach dem Fügen durch IHU ausgeformt werden, wird nicht berichtet. Gerade diese Möglichkeit aber würde zur Attraktivität des IHU-Prozesses deutlich beitragen.

[0004] Das hier beschriebene Verfahren grenzt sich von den oben erwähnten Patenten ab. Im Gegensatz zu den Patentschriften DE 198 37 131 C2 und DE 198 37 130 C2 besteht hier nicht die Notwendigkeit, eine Sollbruchstelle an das zu berstende Bauteil anzubringen. Weiterhin wird im vorliegenden Verfahren das Fügen im IHU Werkzeug bei gleichzeitiger Ausformung der Hohlkörper durchgeführt. Der Unterschied zur Patentschrift DE 37 04 092 C1 besteht darin, dass nicht coaxial gefügt wird. Weiterhin charakter-

siert das hier beschriebene Verfahren die Möglichkeit, winklig zueinander angeordnete Bauteile zu fügen. Das orthogonale Fügen durch Einsatz des IHU in einem Werkzeug wird in der Offenlegungsschrift DE 195 08 632 A1 vorgenommen. Im Unterschied dazu beinhaltet das hier beschriebene Verfahren das Fügen zweier Hohlkörper bei gleichzeitigem IHU. Des weiteren wird auf den Einsatz eines Montagehilfsmittels verzichtet. Der Unterschied zu der Schrift 5,720,092 besteht darin, dass das hier beschriebene Verfahren das Fügen ohne Fügehilfsbauteile sicherstellt und dass das Fügen innerhalb des IHU Werkzeugs stattfindet. Vergegenwärtigt man sich die Dauer um mehrere IHU Bauteile herzustellen und sie im Anschluss miteinander zu verbinden, so ist es denkbar, ähnlich wie beim Lochen, die Dauer eines IHU-Vorgangs zu nutzen, um nachgelagerte Verbindungsprozesse zu integrieren. Hier greift die beschriebene Erfindung, die ein Verfahren betrifft, um mittels IHU in einem Verfahrensschritt hohlförmige Profile auszuformen und zu fügen. Das hier beschriebene Verfahren betrifft die Integration des kraft- und/oder formschlüssigen Fügens und/oder stoffschlüssigen Fügens, von Bauteilen innerhalb des IHU Ferti-gungsprozesses. Die Erfindung wird nachstehend anhand einer T-Stück Geometrie beschrieben. Sie kann durch Fügen mehrerer Komponenten zur Herstellung mehrteiliger Bauteilverbunde verwendet werden.

(Fig. 1) Einlegen der auszuformenden und miteinander zu fügenden hohlförmigen Bauteile 1, 2 in ein IHU Werkzeug 3, alternativ mit Gravuren, zum Ausformen von Nebenformelementen 3c. Beide Bauteile 1, 2 sind winklig zueinander angeordnet. Fig. 1 zeigt die Anordnung der Bauteile in einer Werkzeughälfte. Das Bauteil 2 wird gegen axiales Verschieben durch ein Gegenhalteelement 4 gesichert. Innerhalb des Bauteils 2 und des Gegenhalteelementes 4 ist ein axial verschiebbarer Gegenhaltestempel 5 positioniert.

Andocken des Gegenhaltestempels 5 winklig zum Bauteil 1, sowie Positionierung der Axialstempel 6 und 7, System abdichten und Fülldruck im Bauteil 1 aufbauen.

Lokales Einformen 1b von Bauteil 1 in das Bauteil 2 (Fig. 2) durch Innendruckerhöhung innerhalb des Aktivbauteils 1. Ggf. kann mit Hilfe der Axialstempel 6, 7 Material nachgeschoben werden. Um die Aufweitung 1b zu unterstützen, kann der Expansion eine Druckspannung durch den Gegenhaltestempel 5 überlagert werden. Während dieses Vorgangs können Nebenformelemente (zum Beispiel 1c) im Bauteil 1 ausgeformt werden.

Bei gleichem Außendurchmesser beider zu fügender Bauteile 1, 2, entspricht die Aufweitung 1b einer Materialakkumulation innerhalb eines verengten Raumes (Fügezone F) des Passivbauteils 2. Ab einer bestimmten radialen Aufweitung 1b kann der Druck  $P_i$  konstant gehalten werden. Im nächsten Schritt wird der Gegenhaltestempel 5 entgegen der ursprünglichen Materialaufweitrachtung, axial zu Bauteil 2 (orthogonal zu Bauteil 1), bewegt. Das vorher innerhalb des Bauteils 2 akkumulierte Material 1b, wird hierbei entgegen seiner natürlichen Aufweitrachtung gestaucht und verformt sich (1d) entsprechend der Stempelkontaktflächengeometrie (Fig. 3). Das Material wird dabei radial gegen die Innenwand des Passivbauteils 2 (Passivbauteile) gedrängt, gleichzeitig wird weiteres Material durch den Gegenhaltestempel 5 in die Fügezone F verdrängt.

Optional kann in einem nächsten Schritt das Passivbauteil 2 ausgeformt werden. Beispielhaft ist in Fig. 4a und Fig. 4b die Ausformung eines Nebenformelementes 2c aus dem Passivbauteil 2 skizziert. Hierzu kann bei konstantem Innendruck  $P_i$  der Gegenhaltestempel 5 zurückgefahren werden. Das geschwächte Material (z. B. an den Randbereichen 1e, Fig. 3) wird hierbei abgesichert. Der Butzen 8 wird durch den Berstdruck gegen den Gegenhaltestempel 5 gedrängt

und kann nach abgeschlossener Umformung durch Herausfahren des Gegenhaltestempels 5 aus dem geöffneten Werkzeug 3 leicht entnommen werden. Das Druckmedium breitet sich aus, begleitet durch einen Druckabfall im System. Bei Druckerhöhung kann das Bauteil 2 ausgeformt werden. Zur weiteren Erhöhung der Festigkeit in der Fügezone F können durch im IHU-Werkzeug angeordnete Werkzeugelemente, während des Ausformens und Fügens Hinterschnitte erzeugt werden. Des weiteren kann durch Veränderung der Geometrien der am Prozess beteiligten Werkzeugkontaktflächen 5a (Fig. 5) und/oder der Bauteile die Festigkeit des Bauteilverbundes erhöht werden. Auf diese Möglichkeiten wird im Rahmen der Patentansprüche näher eingegangen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Innenhochdruckumformen von mindestens einem hohlförmigen Bauteil 1 bei gleichzeitiger Verbindung dieses Bauteils 1 mit mindestens einem hohlförmigen Bauteil 2 in einem IHU-Werkzeug, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung durch Einleiten von Material des Bauteils 1 in den von Bauteil 2 umschlossenen Querschnitt resultiert und Bauteil 1 und Bauteil 2 winklig zueinander angeordnet sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gegenhaltestempel 5 eingesetzt wird, der in Bauteil 2 angeordnet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch Bersten des ausgeformten Bauteils 1 innerhalb des Passivbauteils 2, das zum Ausformen beliebiger Geometrien (z. B. Nebenformelemente 2c) am Bauteil (oder Passivbauteile) 2 benötigte Druckmedium in das Bauteil 2 eingeleitet wird und eine Ausformung von Nebenformelementen 2c am Bauteil 2 stattfindet (Fig. 4a, 4b).
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ab einem bestimmten Druck  $P_i$  innerhalb des Bauteils 1 der Gegenhaltestempel 5 entgegen der Materialaufweitrichtung bewegt wird und das akkumulierte Material 1b entgegen den wirkenden Innendruck  $P_i$  verdrängt.
5. Verfahren nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenhaltestempel 5 zurückgefahren wird und das Material im Bereich 1d des ausgeformten Bauteils 1 durch den Kalibrierdruck  $P_i$  abgesichert wird und somit das Druckmedium sich in Bauteil 2 zur Ausformung von Nebenformelementen 2c ausbreiten kann (Fig. 4a).
6. Verfahren nach Anspruch 2 und 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion des Gegenhaltestempels 5 durch einen Druck  $P_a$  innerhalb des Passivbauteils 2 substituiert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 2, 4, 5, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Veränderung der Stempelkontaktflächengeometrien (Fig. 5) der Materialfluss beeinflusst wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass Hinterschnidungen in der Fügezone F geformt werden (Fig. 7).
9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil 2 auf der Innenfläche mit Quernuten 9 versehen ist (Fig. 8).
10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil 2 auf der Innenfläche mit Längsnuten 10 versehen ist (Fig. 9).
11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil 2 auf der Innenoberfläche aufgeraut ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil 2 auf der Innenoberfläche aus einer Kombination aus Aufrauung, Quer- und Längsnuten versehen ist.

13. Verfahren nach Anspruch 1–12 dadurch gekennzeichnet, dass in der Fügezone F Hinterschnidungen durch mechanisch wirkende Zusatzelemente Z erzeugt werden (Fig. 10).

14. Verfahren nach Anspruch 1–13 dadurch gekennzeichnet, dass durch Veränderung der Werkzeuggeometrie am Einlaufradius, sich die Fügezone F aufgrund des herrschenden Kalibrierdruckes  $P_i$  an die Werkzeuggeometrie im Einlaufbereich anformt und zusätzlich Formschlüsse bewirkt.

15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 14 dadurch gekennzeichnet, dass nach Ausformung des Domes 1b aus dem Bauteil 1, das Bauteil 2 entgegen der Domaufweitrichtung in das Material gepresst wird und somit der Dom 1b umgestülpt wird (Fig. 11a, 11b).

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

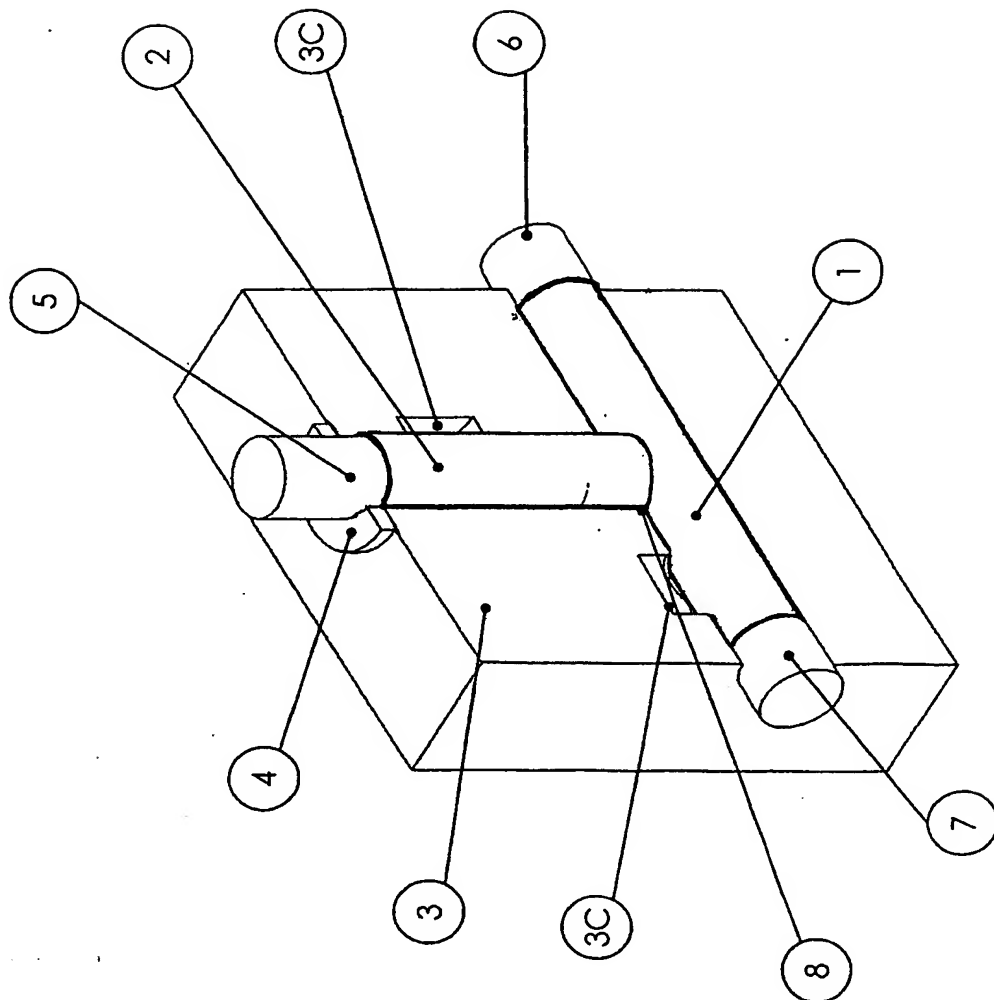


Fig. 1

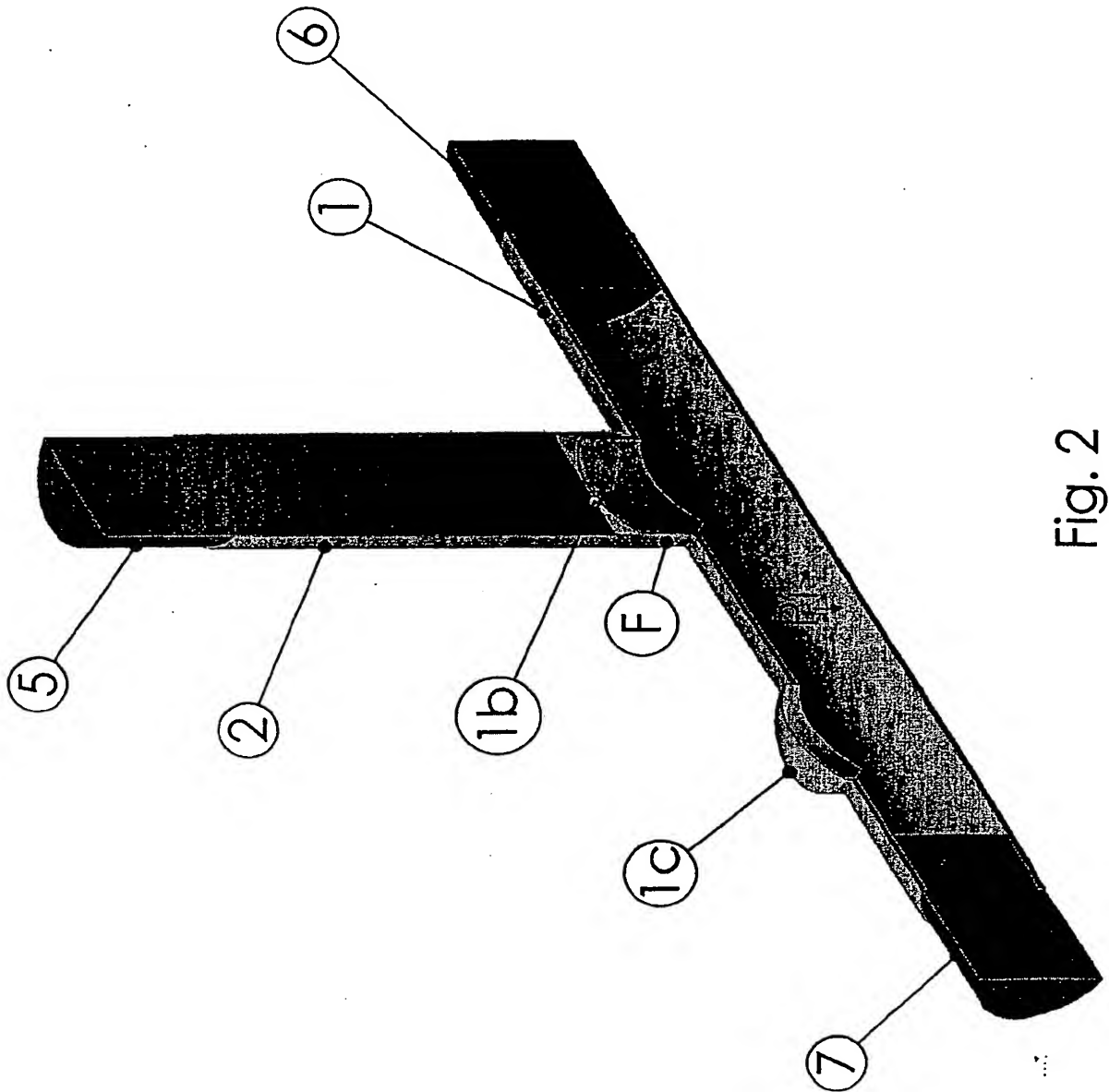


Fig. 2

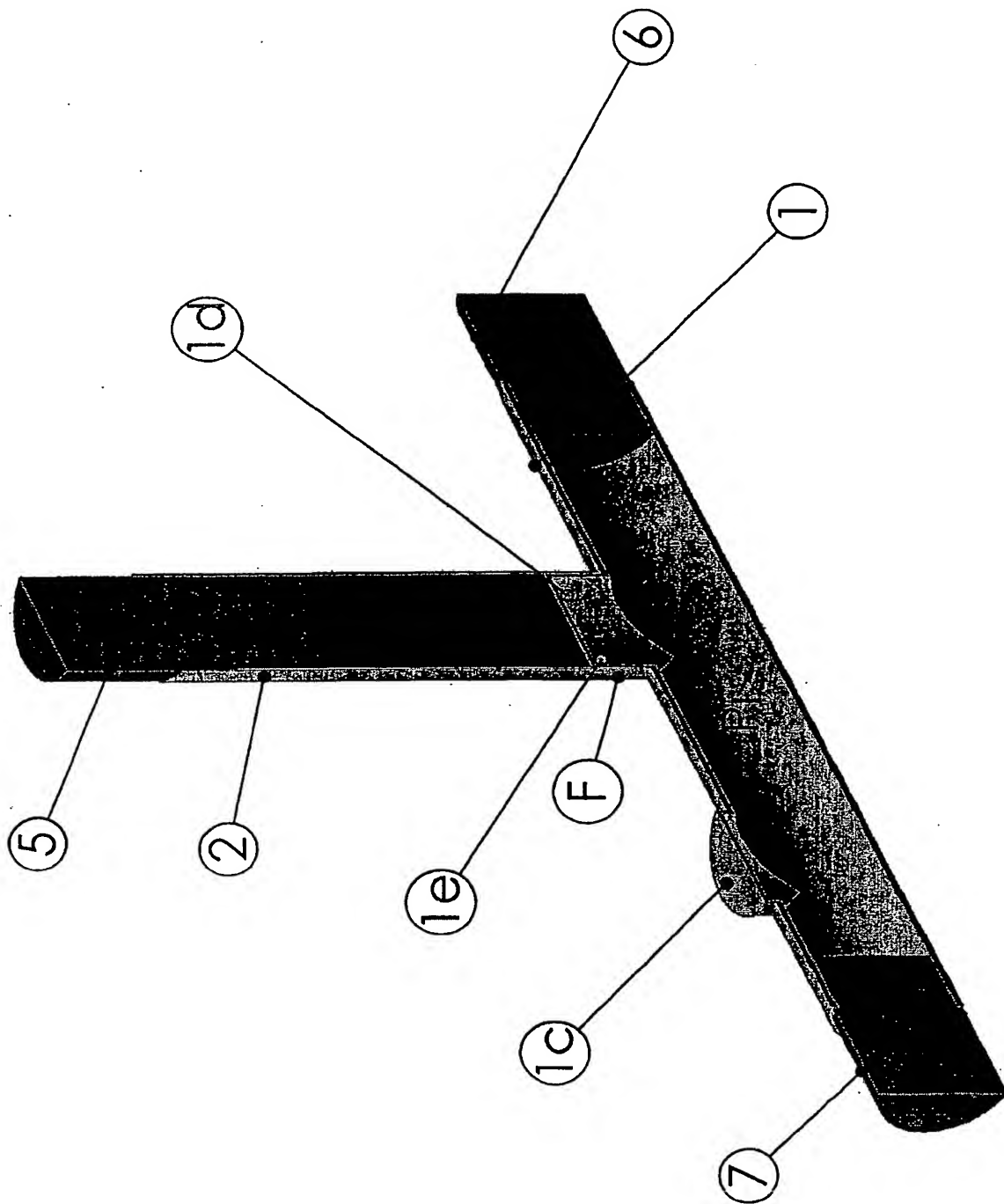
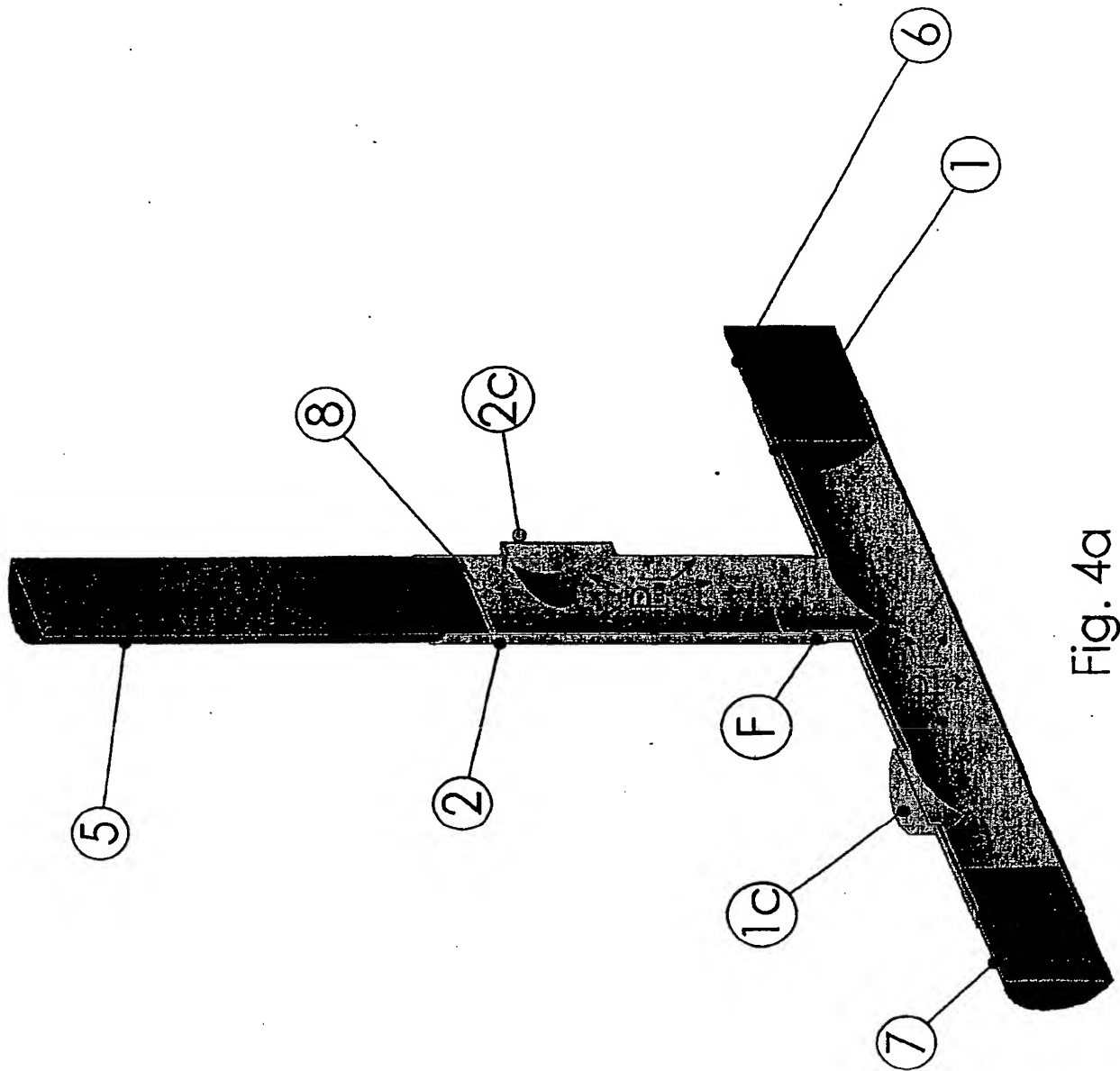


Fig. 3





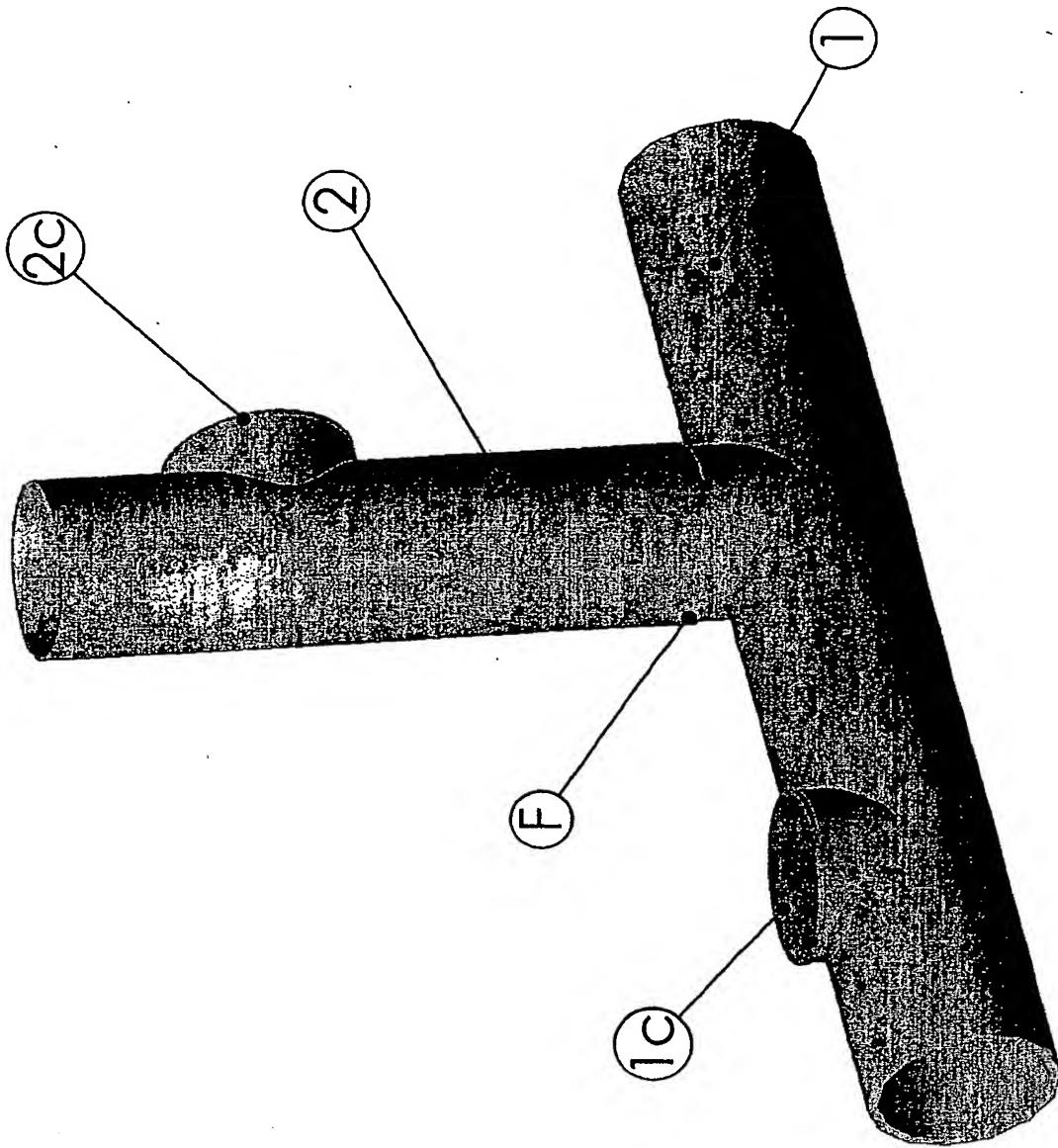


Fig. 4b

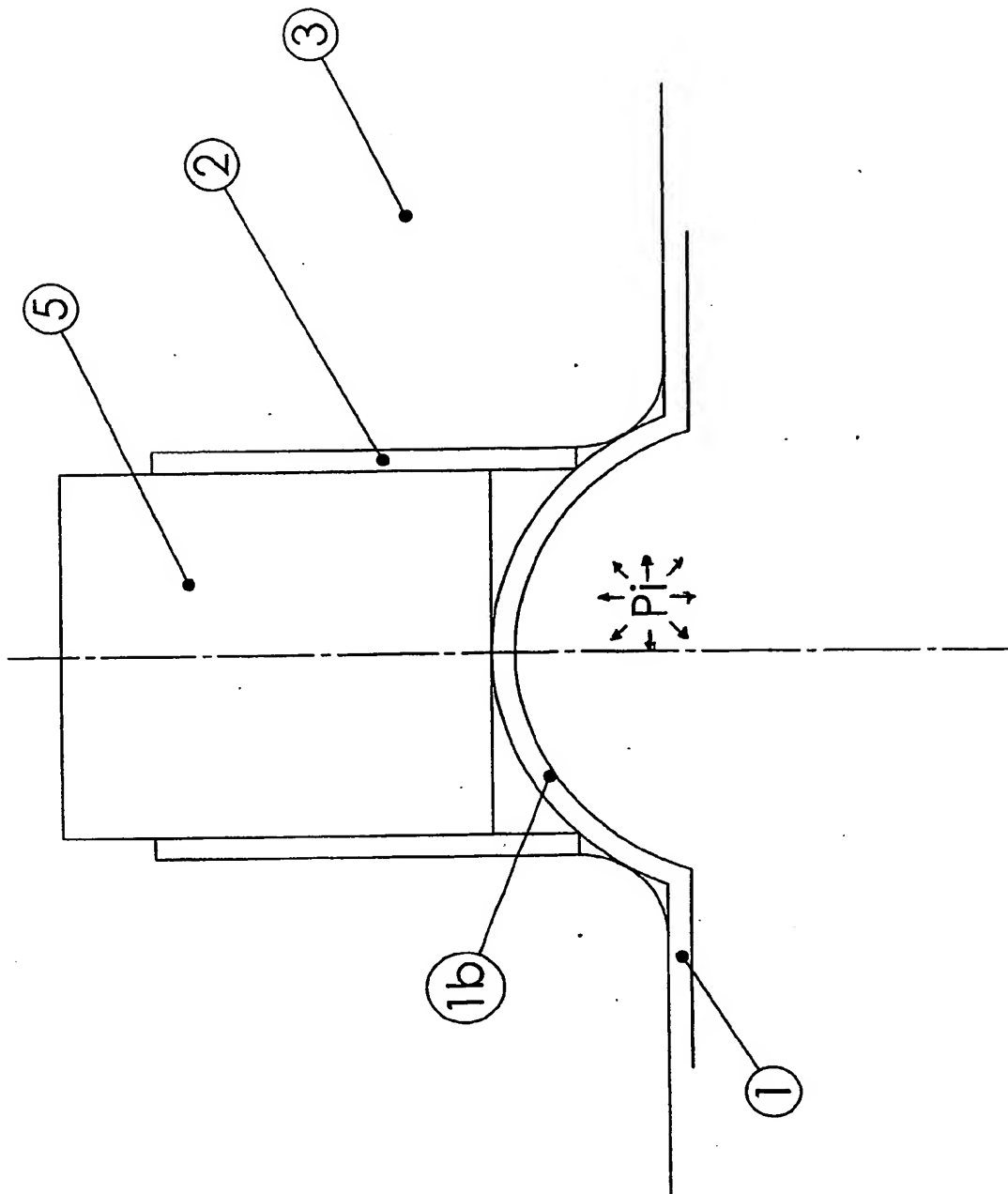


Fig. 5a

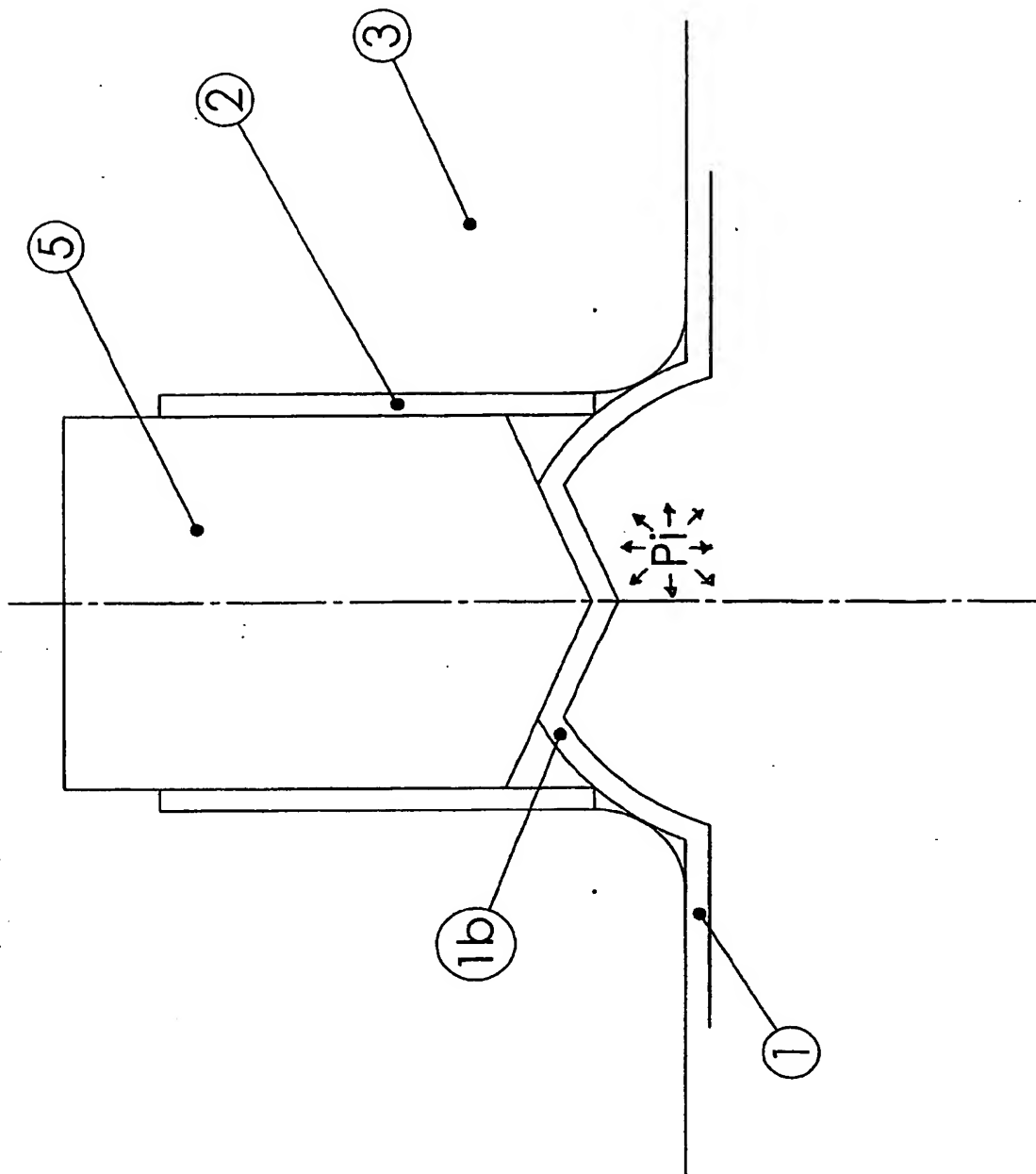


Fig. 5b

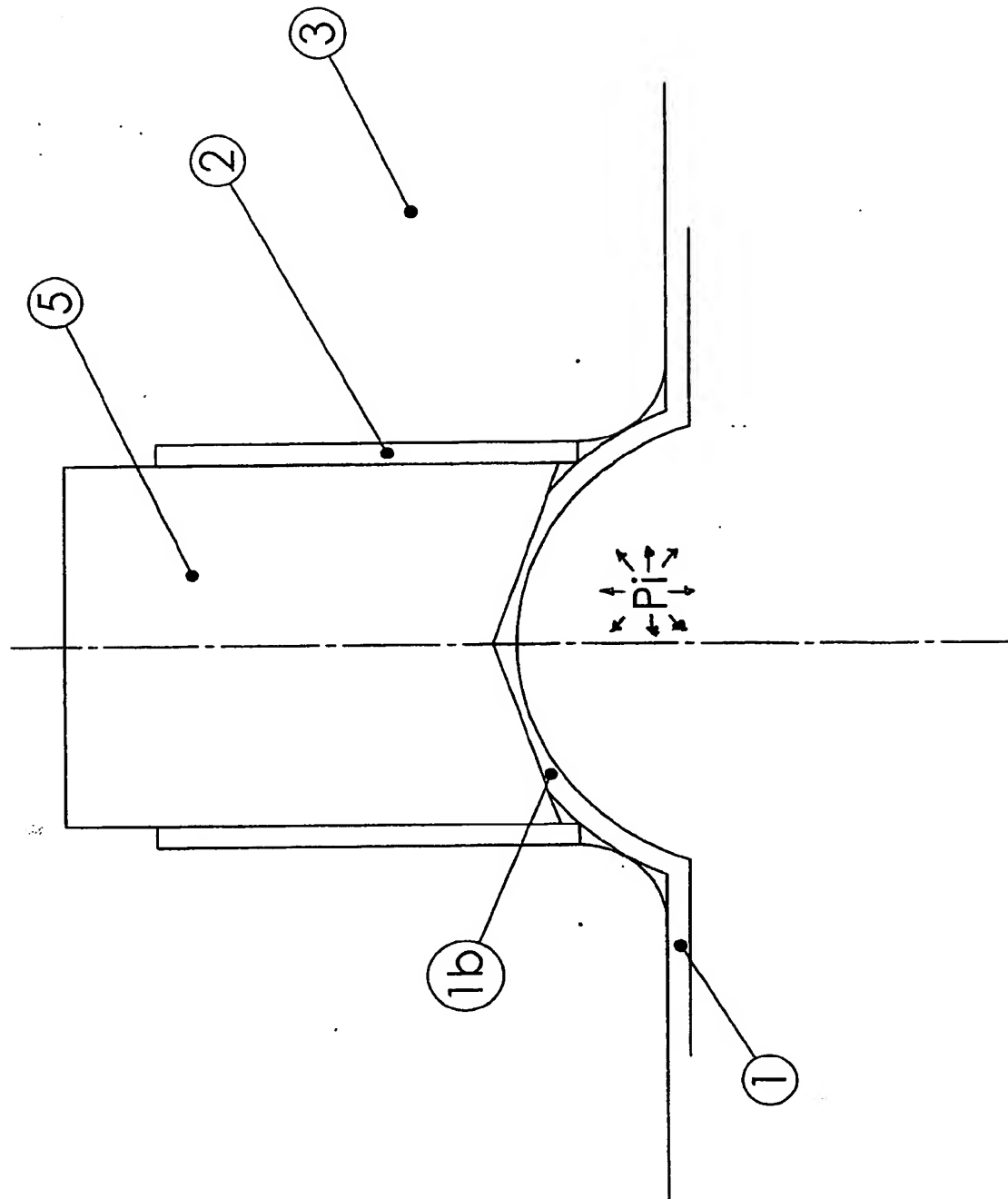


Fig. 5c

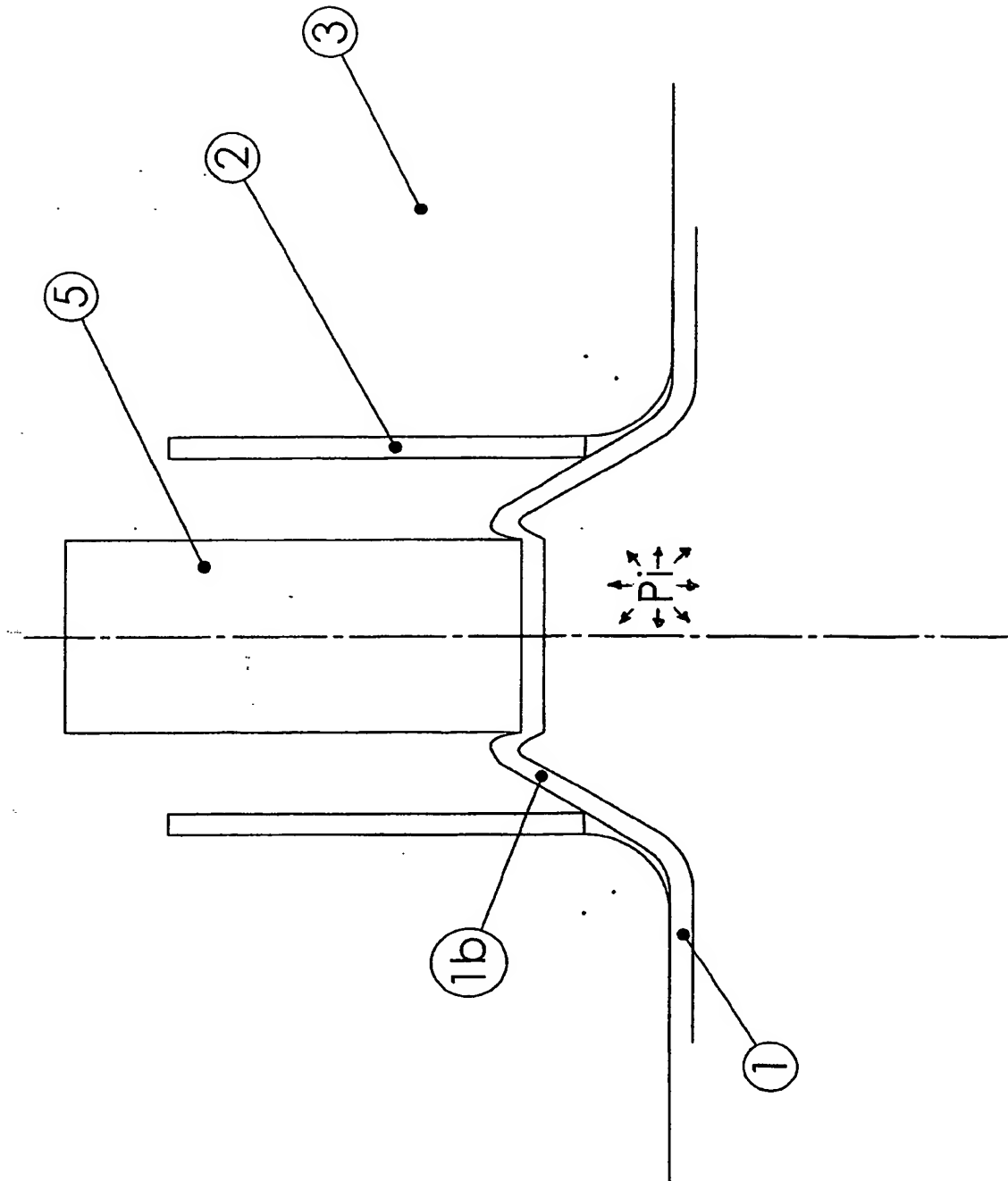


Fig. 5d

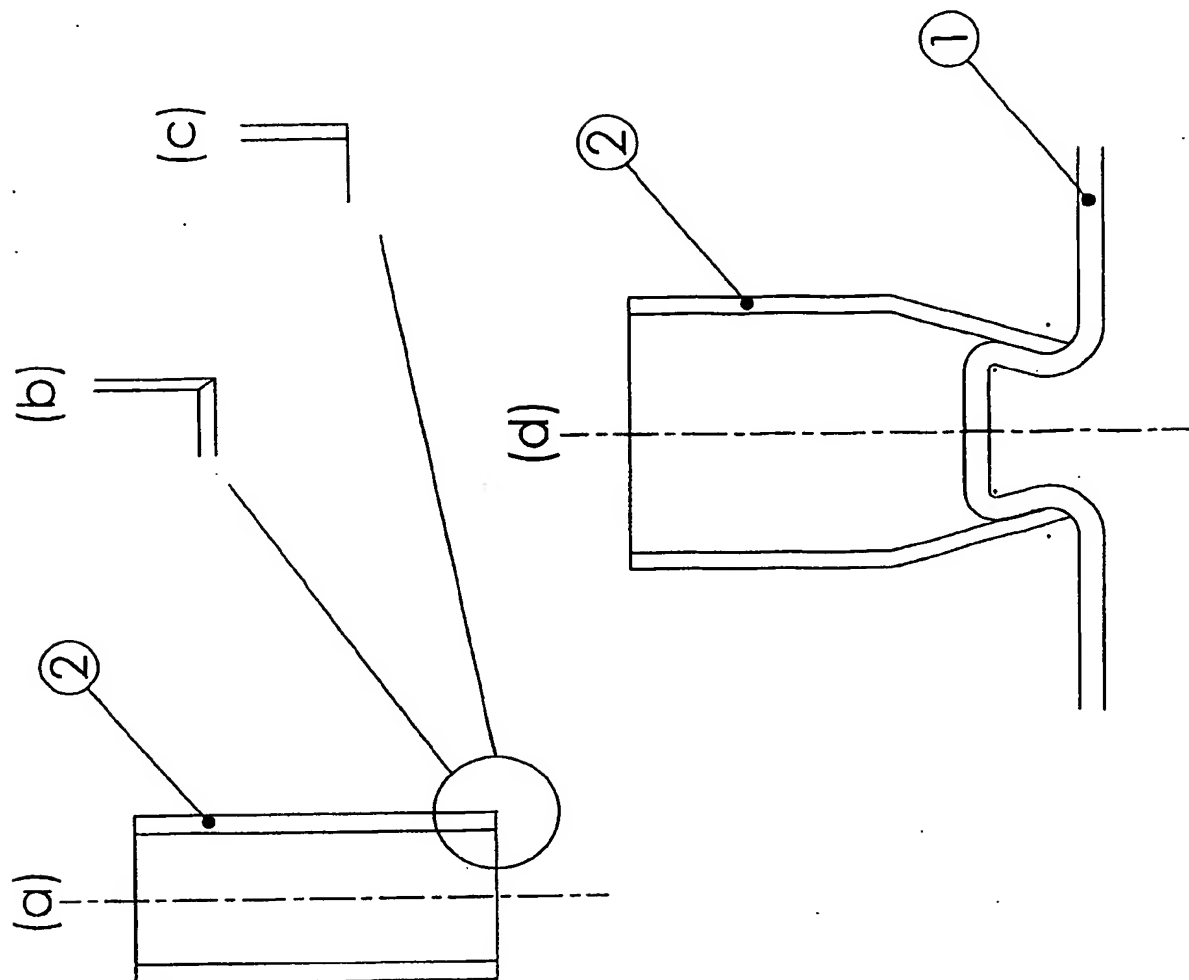


Fig. 6

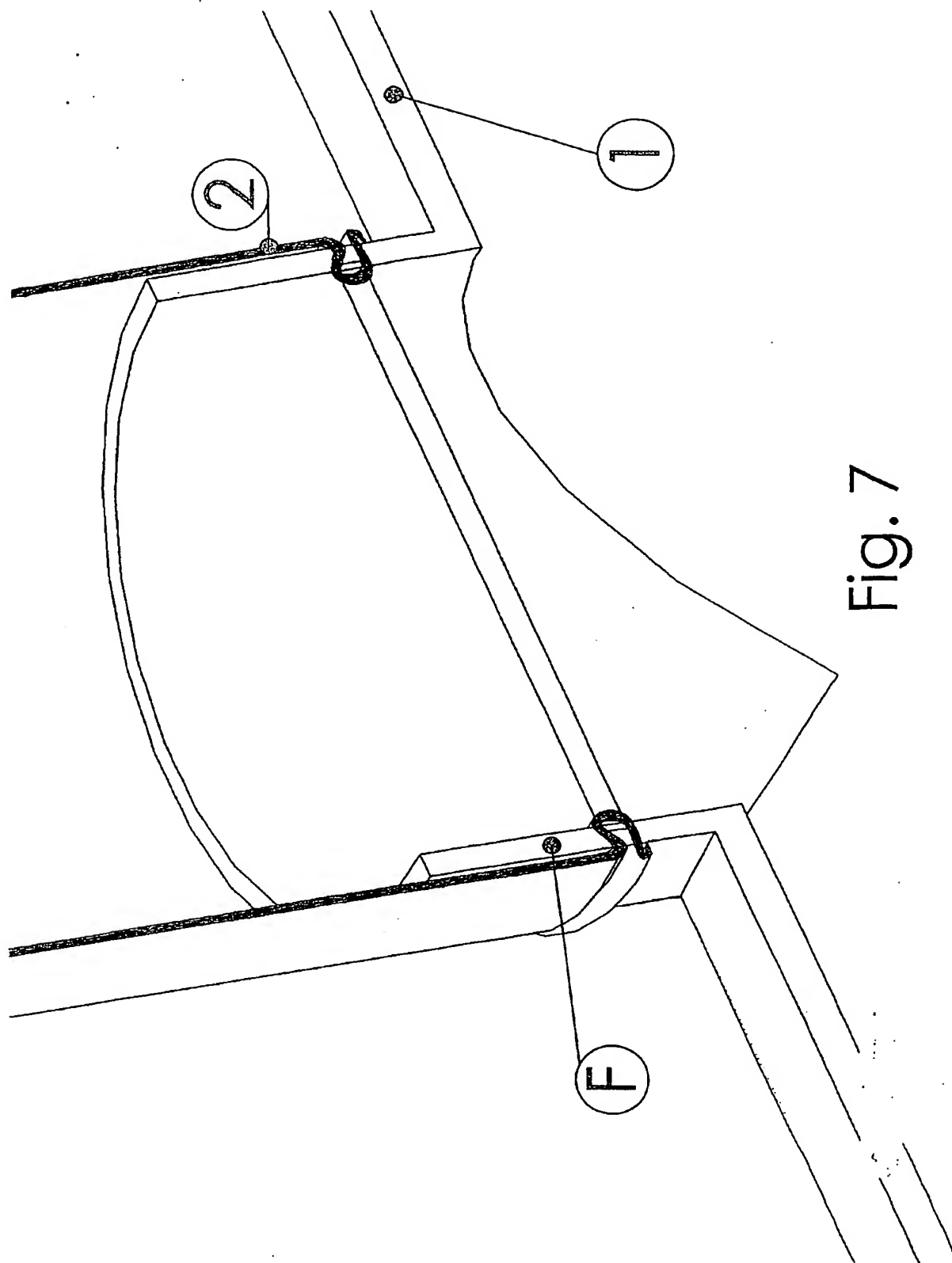


Fig. 7

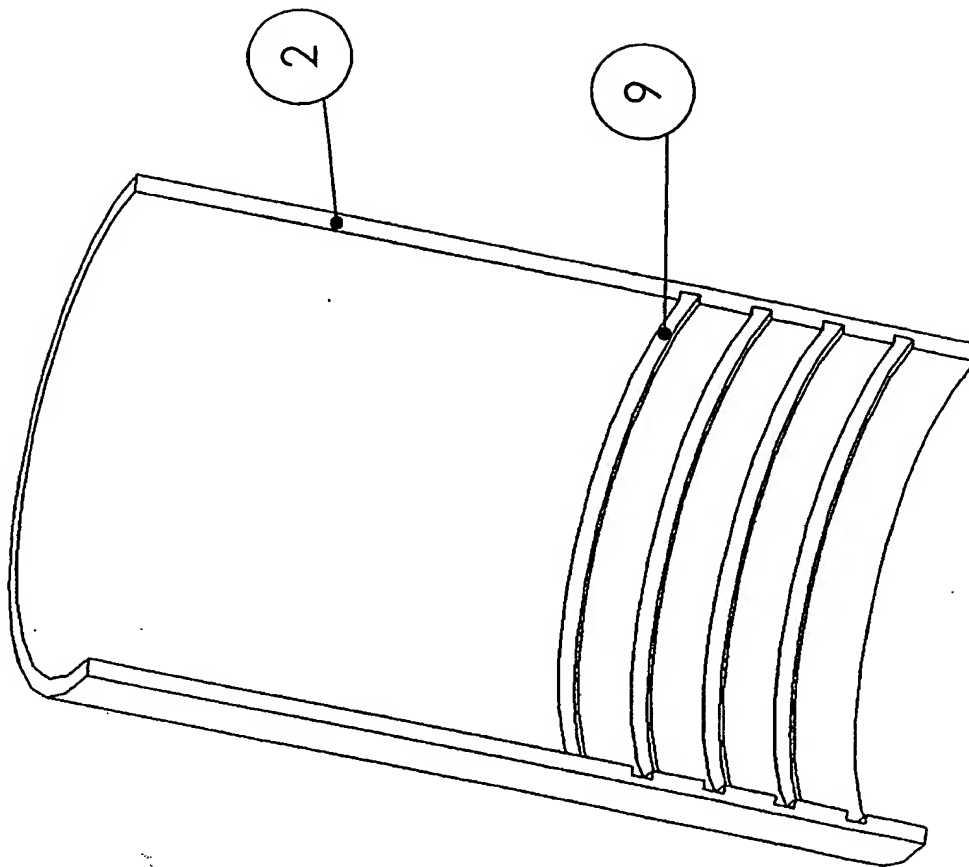


Fig. 8



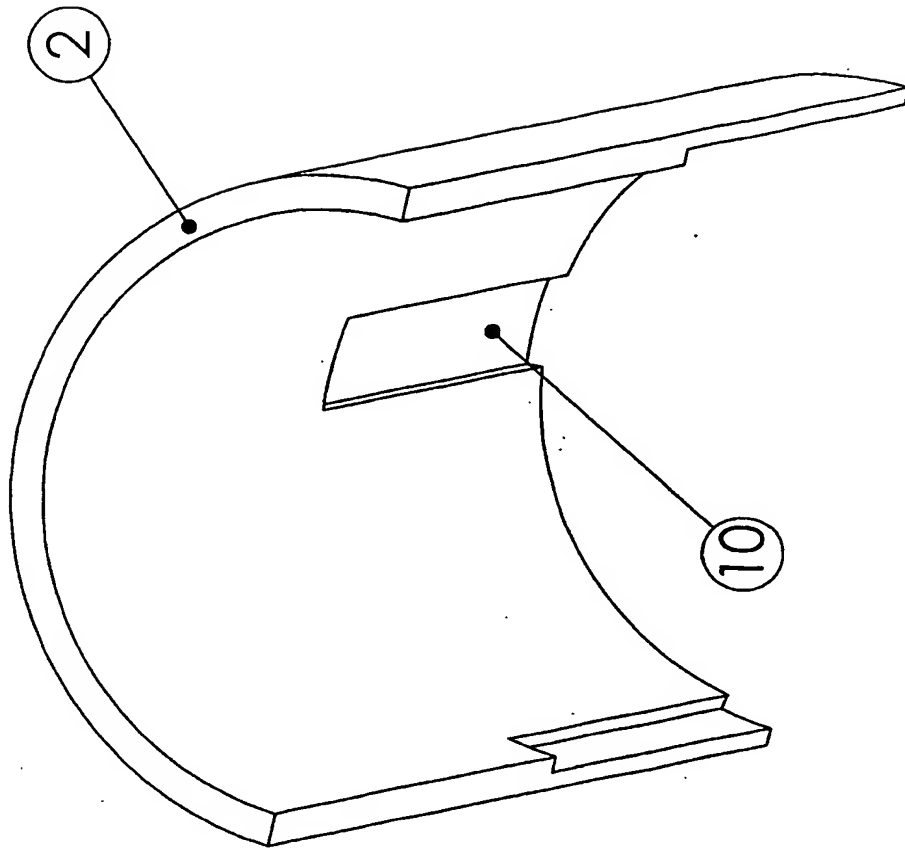


Fig. 9

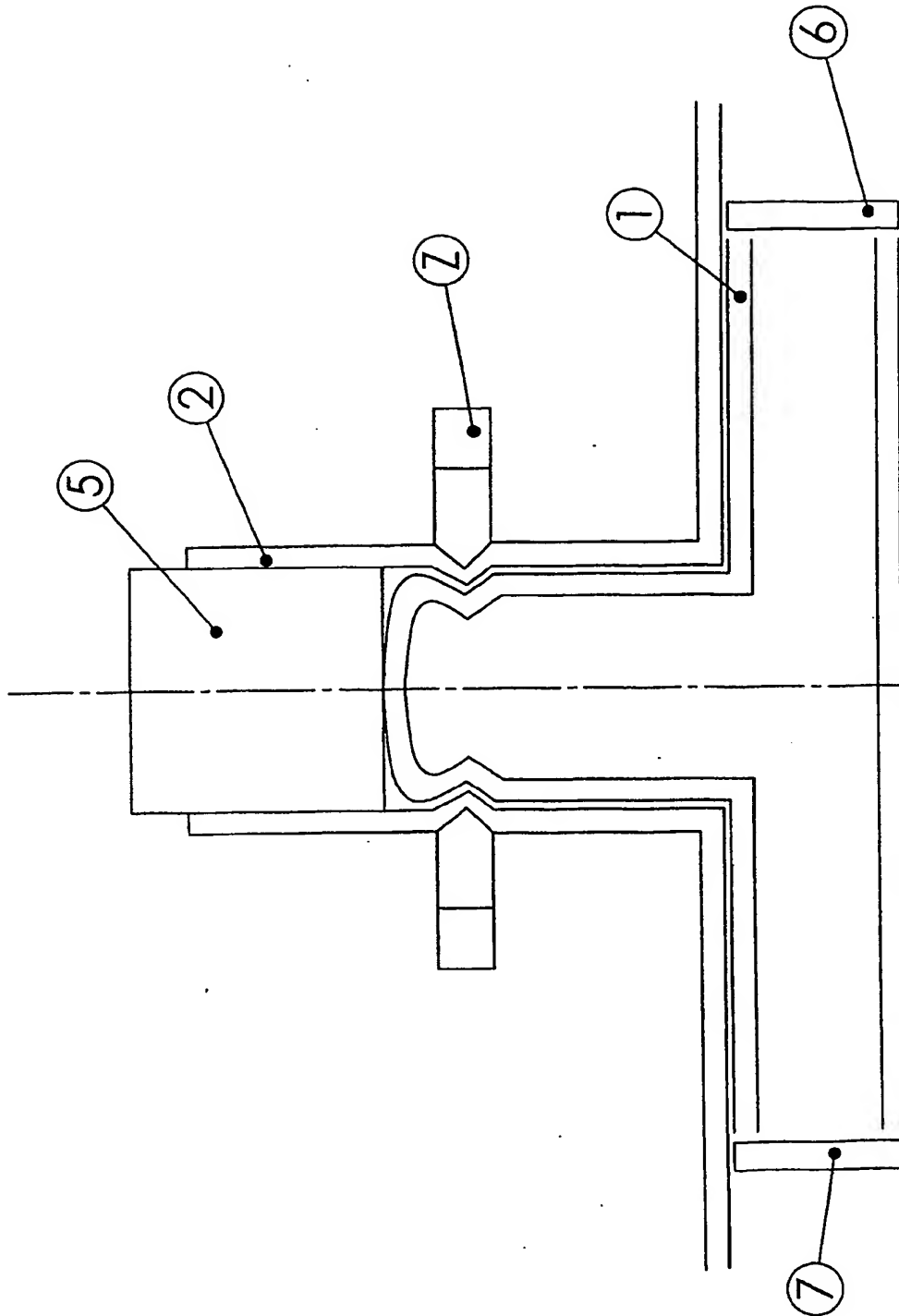


Fig. 10

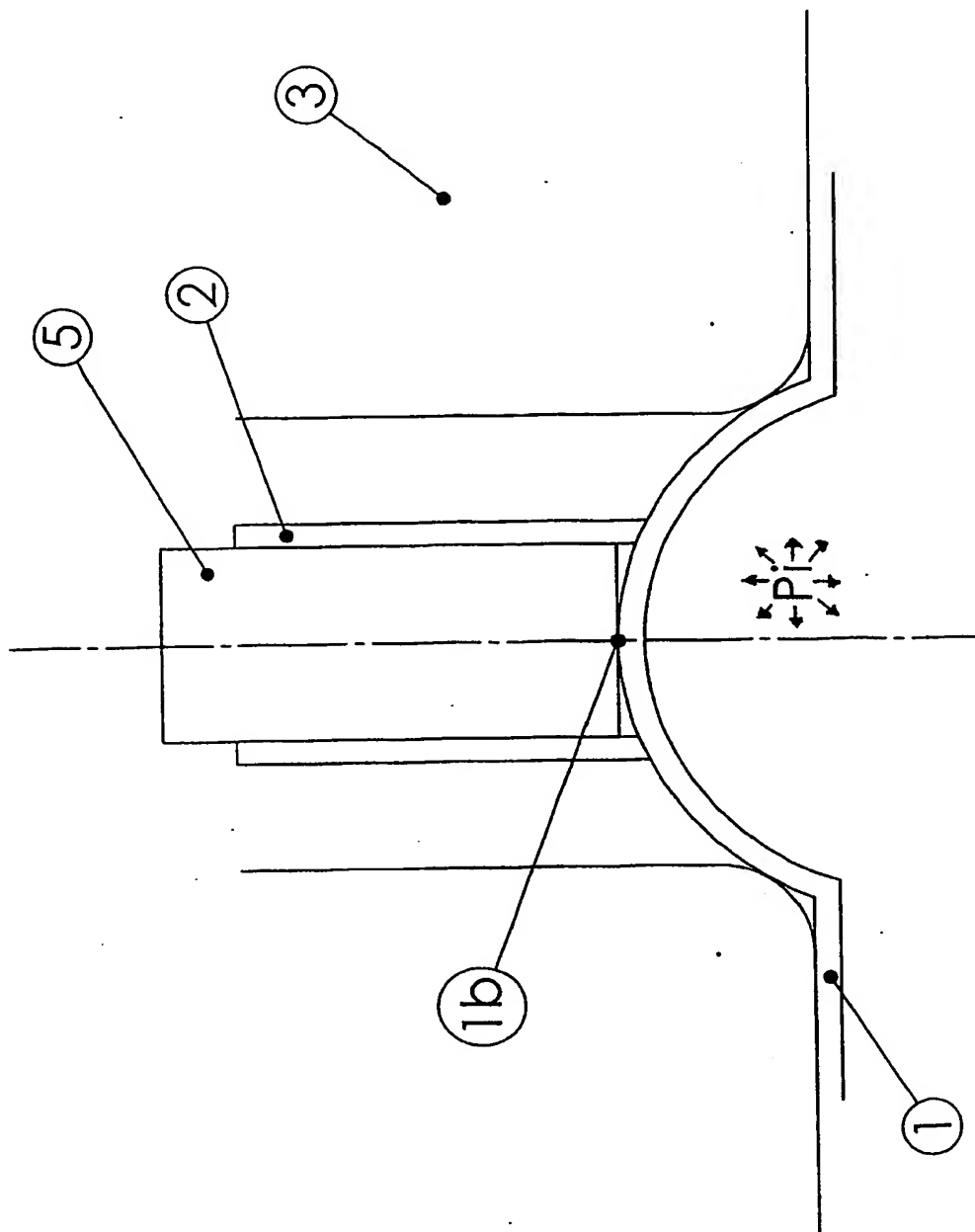


Fig. 11a

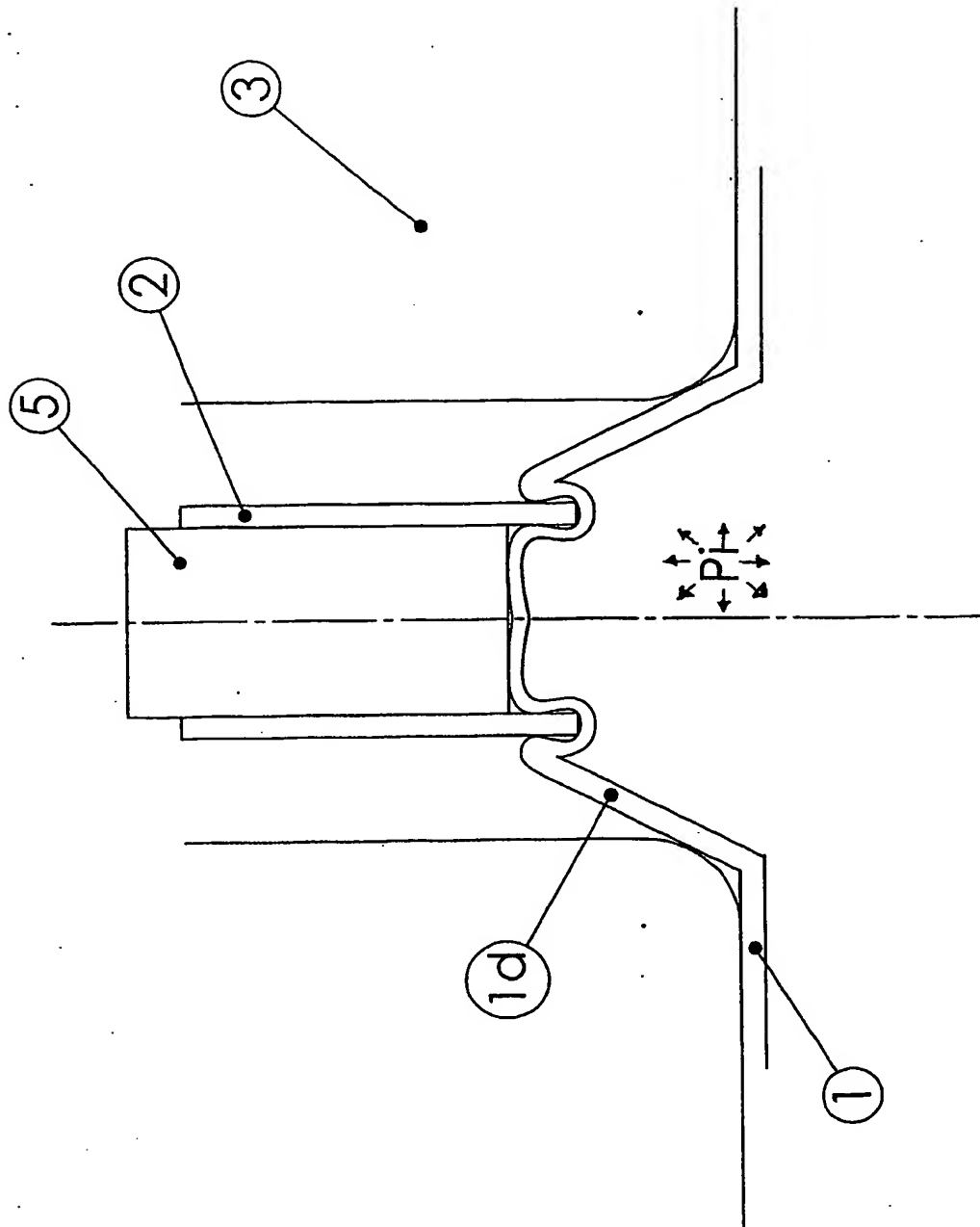


Fig. 11b